

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

LIBEREC 2010

KLÁRA KUCHAROVÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: B3107 Textil
Studijní obor: 3107R007 Textilní marketing

ZÁVISLOST KOMPLEXNÍ TUHOSTI TEXTILIÍ HODNOCENÉ NOVOU METODOU NA KES PARAMETRECH

DEPENDENCE OF COMPLEX STIFFNESS OF TEXTILES MEASURED BY NEW METHOD ON KES PARAMETERS

Klára Kuchařová

KHT-699

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.

Rozsah práce:

Počet stran textu ...31

Počet obrázků16

Počet tabulek3

Počet grafů8

Počet stran příloh...3

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Klára KUCHAROVÁ**
Osobní číslo: **T07000366**
Studijní program: **B3107 Textil**
Studijní obor: **Textilní marketing**
Název tématu: **Závislost komplexní tuhosti textilií hodnocené novou
metodou na KES parametrech**
Zadávací katedra: **Katedra hodnocení textilií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

- 1) Proveďte rešerši ohledně měření tuhosti
- 2) Na vybraných vzorcích proměřte vlastnosti KES a tuhost na novém přístroji
- 3) Výsledky analyzujte

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

30 - 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce:

tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

**Kawabata, S. The Standardization And Anaysis of hand Evaluation.
Osaka: The Textile machinery Society of Japan, 1980**

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.

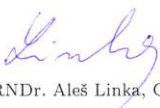
Katedra hodnocení textilií

Datum zadání bakalářské práce:

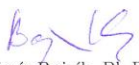
30. října 2009

Termín odevzdání bakalářské práce:

3. května 2010


prof. RNDr. Aleš Linka, CSc.
děkan




Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 30. října 2009

PROHLÁŠENÍ

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Datum

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji panu Ing. Vladimíru Bajzíkovi, Ph.D. za odborné vedení a konzultaci této práce.

ANOTACE

Práce se zabývá porovnáním výsledků měření na přístroji RIGFAB a KES. Přístroj RIGFAB je nově navržený přístroj, který měří komplexní tuhost (R_R) a ohyb (B_R). Tyto vlastnosti jsou porovnávány s ohybovými (B , 2HB) a smykovými vlastnostmi (G , 2HG, 2HG5) získanými ze systému KES. Pro porovnání bylo vybráno 20 pánských oblekovek. V teoretické části je popsán komfort a s ním spojený omak a splývavost a jejich hodnocení. Dále jsou zde popsány metody měření tuhosti v ohybu, jako například Sommerova metoda, Cantilever test, metoda podle Pierce, dle Schieffera či dle Bekka. V poslední části teorie je popsána nová metoda měření tuhosti na novém měřicím přístroji. Výsledky měření získaných z přístrojů RIGFAB a KES vykazují vysokou korelaci.

KLÍČOVÁ SLOVA:

komfort, splývavost, ohybová tuhost, KES, RIGFAB

ANNOTATION

The thesis presents a comparison of measurements on the instrument RIGFAB and KES. RIGFAB is newly designed instrument, which measures the complex rigidity (R_R) and bending stiffness (B_R). These properties are compared with the bending (B , 2HB) and shearing properties (G , 2HG, 2HG5) obtained from the KES system. For comparison, 20 man suit fabrics were selected. The theoretical part covers the comfort and the associated handle and drape and their evaluation. Furthermore, bending stiffness and different measurement methods, such as Sommer's method, Cantilever test, Pierce's method, or by Schieffer's, Bekk's method are briefly described. In the last chapter of the theoretical part new method for measuring of the stiffness using instrument RIGFAB is described. The results show the high correlation between properties measured on KES system and RIGFAB instrument.

KEY WORDS:

comfort, drape, bending stiffness, KES, RIGFAB

OBSAH

Seznam použitých symbolů	8
Úvod.....	10
1. Komfort.....	11
1.1. Omak	11
1.1.1. Hodnocení omaku textilie	12
2. Splývavost.....	15
2.1. Hodnocení splývavosti	15
3. Tuhost v ohybu	19
3.1. Měření ohybové tuhosti.....	19
3.1.1. Výpočet tuhosti z grafu síla-posunutí	20
3.1.3. Metoda dle ASTM (Cantilever Test)	21
3.1.4. Modifikovaná metoda podle Sommera	22
3.1.5. Metoda převisu	22
3.1.6. Přístroj TH5 (TH7)	23
3.1.7. Metoda dle Pierce	23
3.1.8. Metoda dle Schieffera	24
3.1.9. Metoda dle Bekka	25
3.2. Normy upravující měření tuhosti v ohybu	25
4. Měření komplexní tuhosti novou metodou	26
5. Experimentální část.....	27
5.1. Princip měření na novém přístroji RIGFAB	27
5.2. Měření na systému KES	30
5.3. Postup měření.....	32
5.4. Výsledky měření ze systému KES	34
5.5. Výsledky měření z RIGFAB	35
6. Závěr	40
7. Literatura.....	41

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

2HB	moment hystereze na jednotku délky	[Ncm/cm ²]
2HG	hystereze při úhlu smyku $\varnothing = 0,5^\circ$	[Ncm]
2HG5	2HG5 hystereze při úhlu smyku $\varnothing = 5^\circ$	[Ncm]
A	plocha průmětu (stínu) splývající textilie	[mm ²]
A ₀	plocha obrysu stínového průměru	[mm ²]
A _m	plocha mezikruží	[mm ²]
B	tuhost v ohybu vztahující se na jednotku délky	[Ncm/cm ²]
B _R	ohyb z RIGFAB	[N.m]
b	šířka vzorku	[m]
c	ohybová délka	[m]
d	vzdálenost mezi dvěma kolmými deskami	[m]
E	počáteční modul pružnosti	[Nm ⁻²]
F	síla	[N]
G	tuhost ve smyku	[N/cm.stupeň]
g	tíha textilního proužku	[N]
g	tíhové zrychlení	[m/s ²]
γ_l	délková měrná tíha vzorku	[N.m ⁻¹]
h	tloušťka vzorku	[m]
I	moment setrvačnosti	[m ⁴]
K	zakřivení	[-]
ks	koeficient splývavosti	[-]
l	délka proužku textilie	[m]
l ₀	výška srdcovky	[m]
LC	linearita	[-]
M ₀	ohybový moment	[Nm]
MIU	koeficient tření	[-]
MMD	průměrná odchylka od koeficientu tření	[-]
r	koeficient lineární korelace	[-]
R ₁	poloměr vystřiženého původního vzorku	[m]
R ₂	poloměr podpěrné čelisti	[m]
RC	pružnost	[%]
R _R	komplexní tuhost z RIGFAB	[N.m]
SMD	geometrická drsnost	[mm]
T _{OF}	ohybová tuhost podle Schieffera	[N.m ²]
T _{OG}	modifikovaná metoda podle Sommera	[N.m ²]
T _{OS}	ohybová tuhost podle Sommera	[kg.m]
WC	energie potřebná ke stlačení	[Ncm/cm ²]
Θ	úhel	[°]

ρ	poloměr křivosti vzorku textilie	[m]
ρ_s	plošná hmotnost	[kg.m ⁻²]

ÚVOD

V dnešní době jsou požadavky na výrobek velmi vysoké. Budeme-li mluvit o výrobku jako o oděvu, ať už o pánském nebo dámském, budeme vždy mít určité požadavky, které musí oděv splňovat. Jedná se především o funkci, trvanlivost, možnost údržby, estetické a ochranné vlastnosti, fyziologický a senzorický komfort oděvu, omak, výrobce, značka, střih, složení, druh materiálu a jeho vzor.

Dále nás budou ovlivňovat fyziologické aspekty a vnější prostředí, jako např. pohlaví, věk, zdravotní stav člověka a jeho aktivita, vnější podmínky prostředí a to především teplota a vlhkost vzduchu. Člověk je ovlivňován i společenskými aspekty, čímž jsou myšleny tradice, zvyklosti, móda a životní úroveň nositele [1].

Cílem bakalářské práce bylo proměřit na vybraných 20-ti vzorcích pánských oblekovek ohybové (B, 2HB) a smykové (G, 2HG, 2HG5) vlastnosti KES a porovnat je s výsledky naměřenými na novém přístroji RIGFAB, který měří ohyb (B_R) a komplexní tuhost (R_R). Tento přístroj byl sestaven Ing. Jakubem Hlavatým na katedře oděvnictví. Výsledky z měření na systému KES a RIGFAB jsou uvedeny v praktické části, kde je i vyhodnocení.

Pro experiment byly vybrány tkaniny nastříhané po osnově a po útku v různých vazbách (plátno, různé druhy keprů, atlas, cirkas a rips), různých hmotností a materiálovým složením.

1. KOMFORT

Komfort patří mezi důležité vlastnosti. Je to stav organismu, kdy se člověk v oděvu cítí dobře, nic ho neškrábe, netlačí, oděv se na něj nelepí. V tomto stavu je možno setrvat dlouhou dobu a vykonávat určitou činnost.

Komfort lze rozdělit na psychologický, senzorický, termofyziologický a patofyziologický. Psychologický komfort zahrnuje např. klimatická, ekonomická, historická, kulturní a sociální hlediska. Senzorický komfort zahrnuje všechny vjemy a pocity člověka při styku pokožky s oděvem. Lze ho rozdělit na komfort nošení (zahrnuje povrchovou strukturu textilií, mechanické vlastnosti, schopnost textilie vstřebávat a odvádět plynnou a kapalnou vlhkost) a na omak, který lze charakterizovat hladkostí, tuhostí, objemností a tepelně-kontaktním vjemem. Velmi záleží na konstrukci a velikosti oděvu. Termofyziologický komfort lze charakterizovat pomocí tepelného a výparného odporu. Patofyziologický komfort je způsoben alergizujícími látkami v textiliích. Může se jednat o bakterie nebo chemické látky v pracích prostředcích [2].

1.1. Omak

Omak je vlastnost textilního materiálu, se kterou se člověk setkává nejdříve a ovlivňuje jeho prodejnost. Není lehké ho přesně definovat nebo určit a ani neexistuje obecný a přesný způsob, jak ho stanovit. Pokud chceme zjistit celkový omak, musíme se zaměřit na další vlastnosti materiálu, jako např. na hladkost, drsnost, tuhost (ohybovou a smykovou) a s ní spojenou splývavost, plnost, tepelné projevy materiálu, stlačitelnost a pružnost. Každý člověk tyto vlastnosti zhodnotí zcela odlišně. Velkou roli hraje senzorická citlivost, psychický stav, okolní podmínky, ale i zda se jedná o muže, či ženu.

Omak je především ovlivňován použitými surovinami, vazbou tkaniny či pleteniny, dostavou, přízí a konečnými úpravami materiálu, které mohou zároveň snížit elektrostatický náboj, žmolkování a oděr textilie. Za konečné úpravy materiálu se považuje změkčující úprava, která je na bázi tuků, olejů a silikonů. Dále nesráživá,

antibakteriální, nešpinivá, nehořlavá, tužící a plnicí úprava, kterou docílíme plného omaku textilie. Pro tužící úpravu se nejčastěji používá škrob, avšak velkou nevýhodou jsou jeho stálosti.

Hodnotitel, který zkoušku vykonává, musí být poučený a seznámený s postupem hodnocení, je vhodné mít zkušenosti s textilem a s hodnocením omaku. Doporučený počet je 30 respondentů a optimální rozměr vzorku je 50 x 50 cm, minimální rozměr je 30 x 30 cm [3, 4].

1.1.1. Hodnocení omaku textilie

Omak lze hodnotit subjektivně nebo objektivně.

1.1.1.1. Subjektivní hodnocení omaku

Subjektivní hodnocení zahrnuje různé postupy a metody hodnocení. Jde např. o zkoušku:

- pořadovou,
- párovou,
- porovnávání se standardem.

Jednotlivé zkoušky se pak vybírají podle toho, co chceme o materiálu zjistit. Interní norma TUL č. 23 – 301 – 01/01 popisuje podstatu zkoušky hodnocení textilie na základě kontaktu s rukou a vyjádřením pocitu, který tento kontakt vyvolal. Zjišťují se tak různé vlastnosti, konkrétně tuhost, splývavost, měkkost, ostrost a struktura povrchu. K popisu se používá ordinální škála. Zvolená stupnice vyjadřuje celkový omak, kde např. 1 – velmi špatný, 2 – špatný, 3 – dostačující, 4 – průměrný, 5 – dobrý, 6 – velmi dobrý, 7 – znamenitý. Je možné použít i třístupňovou stupnici, kde 0 značí horší omak, 1 průměrný omak a 2 lepší omak. Pro vyhodnocení se používá medián ordinální škály a jeho 95% interval spolehlivosti [5, 6].

1.1.1.2. Objektivní hodnocení omaku

Objektivní hodnocení omaku je prováděno pomocí KES přístrojů (Kawabata Evaluation System), což jsou speciální měřicí jednotky, které roku 1980 sestrojil tým pod vedením profesora Kawabaty. Z výsledků měření se stanoví omak. Výsledkem je číslo ležící v intervalu od 0 – 5, kde 0 značí nevyhovující omak a 5 vynikající omak. Přístroje namáhají textilii v různých směrech a malými silami, čím se simuluje běžné namáhání oděvních textilií při nošení. Další z možností jak hodnotit omak jsou metody FAST, KTU, UST, HAPTEX [3, 7, 8].

Systém KES tvoří sadu 4 nedestruktivních přístrojů, které snímají 16 mechanických vlastností plošných textilií.

Měřené vlastnosti:

- Tahové
 - LT linearita [-]
 - WT deformační energie [Ncm/cm²]
 - RT pružnost [%]
- Ohybové
 - B tuhost v ohybu vztahující se na jednotku délky [Ncm/cm²]
 - 2HB moment hystereze na jednotku délky [Ncm/cm²]
- Smykové
 - G tuhost ve smyku [N/cm.stupeň]
 - 2HG hystereze při úhlu smyku $\varnothing = 0,5^\circ$ [Ncm]
 - 2HG5 hystereze při úhlu smyku $\varnothing = 5^\circ$ [Ncm]
- Objemové
 - LC linearita [-]
 - WC energie potřebná ke stlačení [Ncm/cm²]
 - RC pružnost [%]
- Povrchové
 - MIU koeficient tření [-]
 - MMD průměrná odchylka od koeficientu tření [-]

- SMD geometrická drsnost [mm]
- Geometrické
 - Plošná hmotnost [g/m^2]
 - Tloušťka [mm] [9]

Pomocí tahových charakteristik se sledují reakce textilie na tahové namáhání. Měření se provádí ve směru osnovy a útku. Zkoumaný vzorek se upne mezi dvě 200 mm dlouhé čelisti, které jsou od sebe vzdálené 50 mm. Jedna z čelistí je pevná a druhá je pohyblivá. Při pohybu čelisti se vzorek natahuje a tím vzniká deformace. Vzorek je namáhán úhlem smyku asi 490 N/m.

Při smykových charakteristikách se sledují třecí síly působící v rovině plochy, které vyvolávají deformaci. Měření se opět provádí ve směru osnovy a útku. Zkoumaný vzorek se upne mezi dvě čelisti, které jsou od sebe vzdálené 50 mm. Jedna z čelistí je pevná a druhá je pohyblivá. Pohyblivá čelist se pohybuje pod úhlem smyku ± 8 stupňů.

Při ohybu se sleduje reakce na působení ohybové síly. Měření se provádí ve směru osnovy a útku, z lící i rubní strany. Vzorek je upnutý mezi dvě 200 mm dlouhé čelisti, jedna je pevná druhá pohyblivá a jsou od sebe vzdálené 10 mm. Namáhaný vzorek je soustavně ohýbán do křivosti $\pm 2,5 \text{ cm}^{-1}$.

U tlakových charakteristik se sleduje reakce na tlakovou sílu, kterou vyvine přítlačná deska měřicího zařízení na podkladovou desku, kde je textilie upnutá. Měření se provádí v jednom směru a na třech místech. Zatížení je do $F_m = 4900 \text{ N/m}^2$.

Povrchové charakteristiky vychází ze záznamu kolísání povrchového reliéfu. Pohybující se čidla na přístroji snímají povrch vzorku, který je upnutý mezi čelistmi. Měří se na třech různých místech vzorku [9, 10].

2. SPLÝVAVOST

Při vytváření oděvu je důležité, aby působil esteticky. Proto velmi záleží na vybraných pleteninách či tkaninách, ze kterých je oděv vyroben, tedy zda jsou splývavé či nikoliv. U některých oděvů je tato mechanická vlastnost zcela nezbytná. Jedná se například o splývající dámské sukně, svetry, spodní prádlo, ale i záclony a jiné. Naopak u pánských obleků se vyžaduje, aby byl materiál tužší a držel svůj tvar [11].

Textilní materiál se vlivem gravitační síly deformuje. Na této deformaci se podílejí tahová a smyková deformace (síly statické, deformační třecí a dynamické) [12]. Pro vyjádření splývavosti se používá tzv. index splývavosti. Čím je tento index vyšší, tím je tkanina tužší, tedy méně splývavá.

Koeficient splývavosti:

$$k_s = \frac{\pi \cdot R_1^2 - A}{\pi \cdot R_1^2 - \pi \cdot R_2^2} \cdot 10^2 \quad (1)$$

kde

R_1 ... poloměr vystřiženého původního vzorku [m]

R_2 ... poloměr podpěrné čelisti [m]

A ... plocha průřezu (stínu) splývající textilie [m^2] [11].

2.1. Hodnocení splývavosti

Existuje několik metod, jak je možné splývavost hodnotit. Sodomka [13] ve své práci uvedl dvojí hodnocení splývavosti, a to:

- pragmatická integrální splývavost,
- diferenciální splývavost.

První metoda spočívá v přiložení středu kruhově vystřižené textilie o průměru 300 mm na kruhový stůl s průměrem 180 mm. Osvětlením stolu zespodu se vytvoří

stínový obrys promítnutého tvaru zdeformované textilie, jak je možné vidět na obrázku č. 1 a č. 2.

Vztah pro výpočet splývavosti:

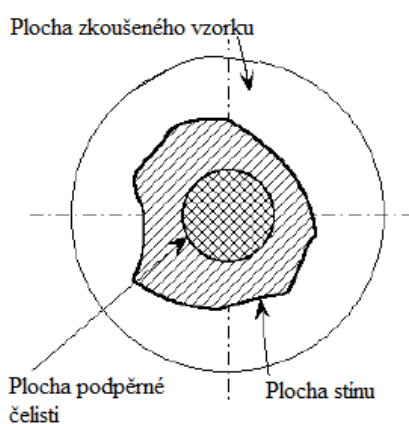
$$S = (A - A_0) / A_m \quad (2)$$

kde:

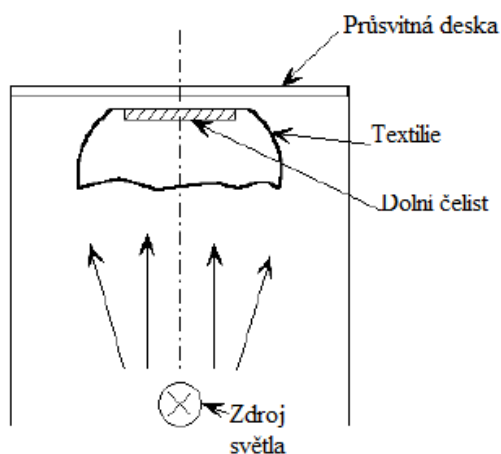
A... plocha vzorku [mm²]

A₀...plocha obrysu stínového průměru [mm²]

A_m...plocha mezikruží (plocha vzorku zmenšená o plochu stolku) [mm²] [13].



Obrázek č. 1 Projekce stínu splývající plošné textilie [11]

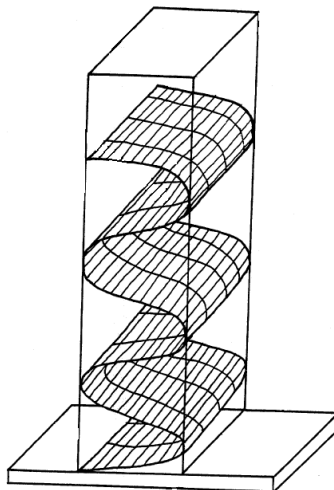


Obrázek č. 2 Splývající plošná textilie [11]

Druhou metodu je možné určit pomocí hloubky převisu s proužku určité délky l textilie přes okraj podložky. Výhodou u této metody je snadné měření splývavosti

a určení anizotropie. (Pozn.: Anizotropie je definována jako závislost fyzikálních látek na směru, ve kterém se měří.)

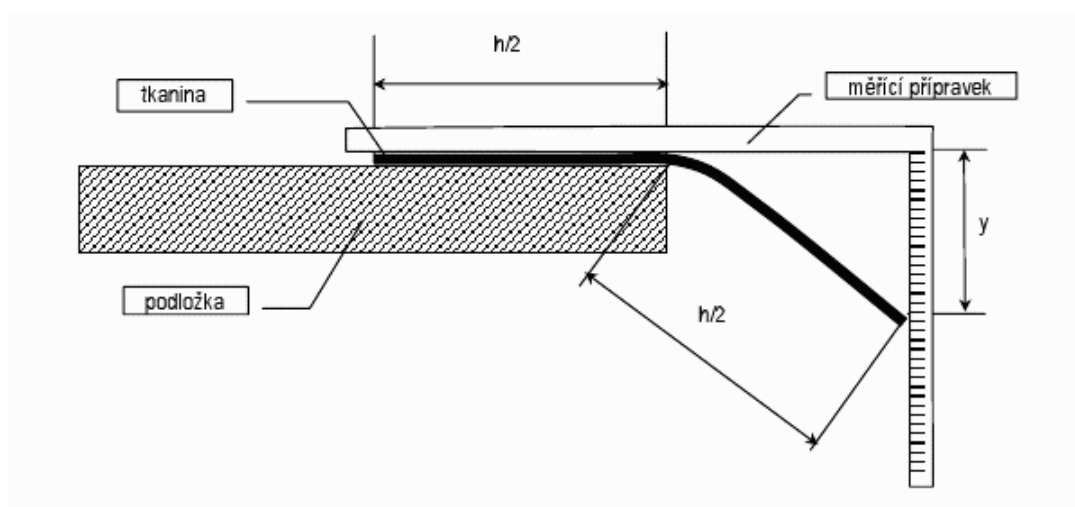
Další možnost jak diferenciatně hodnotit splývavost je znázorněná na obrázku č. 3. Jde o skládání pásku textilie mezi dvěma kolmými deskami, které jsou od sebe vzdáleny na šířku d , která je ovšem větší než šířka proužku textilie. Měří se výška, do které textilie klesne [13].



Obrázek č. 3 Metoda skládaného pásku textilie [13]

Metoda určení splývavosti tkanin **ohybem přes ostrý roh** je uvedena v interní normě č. 23-202-01/01.

Tato metoda spočívá v posunutí čtvercového vzorku o rozměrech 20 x 20 cm po stole s ostrými hranami, až do stádia, kdy bude střed vzorku ležet na špičce ostrého rohu. Přitom směr osnovy, respektive útku bude svírat úhel 45° s obvodovými hranami stolu. Pomocí pravítka se měří odklon šikmé, rovné hrany tkaniny od roviny stolu [14]. Princip této metody je znázorněn na obrázku č. 4.



Obrázek č. 4 Splývavý úhel – ohyb přes ostrý roh [14]

3. TUHOST V OHYBU

Tuhost v ohybu je popisována jako odpor plošné textilie proti ohýbání a to jak vlastní vahou tak i působením vnějších sil. Na textilií působí třecí, statické a dynamické síly, které vznikají při ohýbání textilie mezi vlákny a mezi přízemi celkově [11].

Ohybová tuhost se řadí mezi mechanickou vlastnost textilie, která má vliv na splývavost, mačkovost a omak [2].

3.1. Měření ohybové tuhosti

Existují dvě skupiny metod, jak měřit tuhost. První skupina je nazývána statická a druhá dynamická.

Do statických metod lze zařadit:

- výpočet tuhosti z grafu síla - posunutí
- metoda dle Sommera
- metoda dle ASTM (Cantilever test)
- modifikovaná metoda dle Sommera
- metoda převisu
- přístroj TH5 (TH7)
- metoda dle Pierce

Dynamické metody jsou následující:

- metoda dle Schieffera
- metoda dle Bekka

3.1.1. Výpočet tuhosti z grafu síla-posunutí

Tuhost v ohybu B závisí na momentu setrvačnosti I [m⁴] a materiálovým parametrem zvaným počáteční modul pružnosti E [Nm⁻²]. Lze ji vypočítat podle následujícího vztahu [2]:

$$B = EI \text{ [Nm}^2\text{]} \quad (3)$$

$$I = (b \cdot h^3 / 12) \quad (4)$$

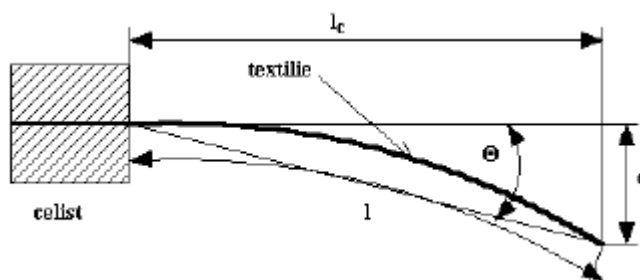
kde

b ...šířka vzorku [m]

h ...tloušťka vzorku [m]

3.1.2. Metoda dle Sommera

Metoda podle Sommera, obrázek č. 5, vychází z ohybu proužku textilie, který se ohýbá vlastní tíhou a má určitou plošnou hmotnost ρ_s [kg.m⁻²] a délku l [m]. S původní horizontální rovinou svírá následně úhel Θ . Z délky vzorku se pak vypočítá ohybová délka [11].



Obrázek č. 5 Metoda dle Sommera [11]

$$Tos = \rho_s \cdot c^3 \text{ [kg.m]} \quad (5)$$

kde:

Tos ... ohybová tuhost podle Sommera [kg.m]

ρ_s ... plošná hmotnost [kg.m⁻²]

c ... ohybová délka [m]

$$c = l * \left(\frac{\cos 0,5\Theta}{8 \cdot \tan \Theta} \right)^{1/3} [m] \quad (6)$$

kde:

l ... délka proužku textilie [m]

Θ ... úhel, který svírá textilie s horizontální rovinou [°]

3.1.3. Metoda dle ASTM (Cantilever Test)

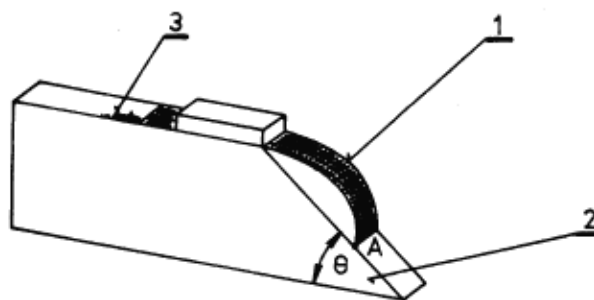
Tato metoda vychází ze Sommerovy metody a slouží k posuzování výztužných oděvních textilií.

Daný úhel nakloněné roviny $\Theta = 41,5^\circ$.

$$\left(\frac{\cos 0,5\Theta}{8 \cdot \tan \Theta} \right) = \frac{1}{2} \quad (7)$$

$$c = \frac{1}{2} \quad (8)$$

Z obrázku č. 6 je patrný princip metody. Proužek tkaniny (1) se posouvá až do úrovně, než se dotkne bodu A. Na stupnici (3) je vysunutá délka proužku. Tato hodnota se dosadí do vzorce pro výpočet c a vypočte se tuhost v ohybu. Na principu Cantilever Testu je založená i metoda podle Shirleyho [11].



Obrázek č. 6 Cantilever test [11]

3.1.4. Modifikovaná metoda podle Sommera

Textilní proužek je upevněn v čelistích a vlastní hmotností se ohýbá. Následně se odečte úhel, který svírá konec prohnutého vzorku a horizontální rovinou.

Tuhost v ohybu se stanoví ze vztahu [11]:

$$T_{OG} = \rho_s \cdot b \cdot g \cdot c^3 [N.m^2] \quad (9)$$

kde

ρ_s ... plošná hmotnost [$kg.m^{-2}$]

b ... šířka proužku textilie [m]

g ... tíha proužku [N]

c ... ohybová délka [m]

Dále se stanoví délková měrná tíha proužku

$$\gamma_l = G/l = \rho_l \cdot g [N.m^{-1}] \quad (10)$$

kde:

G ... tíha vzorku [N]

l ... délka proužku [m]

3.1.5. Metoda převisu

Metoda převisu: Ing. Ludmila Fridrichová ve své práci s názvem K problematice stanovení ohybové tuhosti plošných textilií popsala metodu převisu následovně: „Kamerou je snímána ohybová křivka vzorku tkaniny, který je zatížený vlastní tíží, ze které se pak přesně odečtou souřadnice bodů x , y . Získané hodnoty se použijí k dosazení do matematického modelu a výpočtu ohybové tuhosti zkoušené tkaniny“ [15].

3.1.6. Přístroj TH5 (TH7)

Tuhost ohybu se na tomto přístroji stanoví ze snímané síly, kterou textilie upnutá v čelisti vyvine proti ohýbání. Čelisti rotují v rozmezí $\pm 60^\circ$ a vzorek textilie má definované rozměry. Tento přístroj je definován normou ČSN 80 08558 [11].

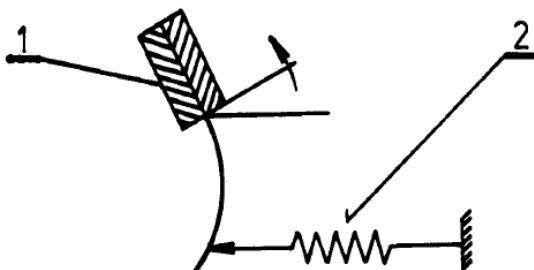
$$M_o = F.l \text{ [N.m]} \quad (11)$$

kde:

M_o ... moment ohybu [Nm.cm]

F ... hodnota naměřené síly [N]

l ... délka textilního proužku [m]



Obrázek č. 7 Přístroj TH5 [11]

3.1.7. Metoda dle Pierce

Metoda dle Pierce je založená na principu uchycení vzorku do vertikální čelisti, tak aby vytvářel srdcovku - obrázek č. 8.



Obrázek č. 8 Metoda dle Pierce

$$c = l_0 \cdot \frac{\cos v}{\tan v} [m] \quad (12)$$

$$v = 0,5732 \cdot \frac{l - l_0}{l_0} [-] \quad (13)$$

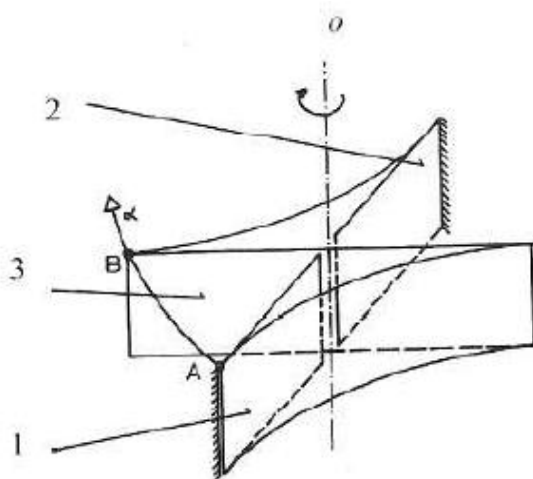
kde:

l_0 ... výška srdcovky [m]

l ... délka proužku textilie [m]

3.1.8. Metoda dle Schieffera

Princip u této metody je znázorněn na obrázku č. 9 a spočívá v upnutí jednoho konce vzorku do nepohyblivého ramene přístroje a druhý konec vzorku je upnutý do otočného ramene. Snímač, který je umístěný na ose přístroje snímá práci potřebnou k ohnutí zkoumaného vzorku.



Obrázek č. 9 Metoda dle Schieffera

$$T_{OF} = M_O \cdot \rho [N.m^2] \quad (14)$$

kde:

T_{OF} ... ohybová tuhost [$N.m^2$]

M_O ... ohybový moment [Nm]

ρ ... poloměr křivosti vzorku textilie [m]

3.1.9. Metoda dle Bekka

Proužek textilie je dynamicky zatěžován stlačováním, kde se následně stanoví síla proti tomuto stlačování. Metoda je založena na únavovém režimu.

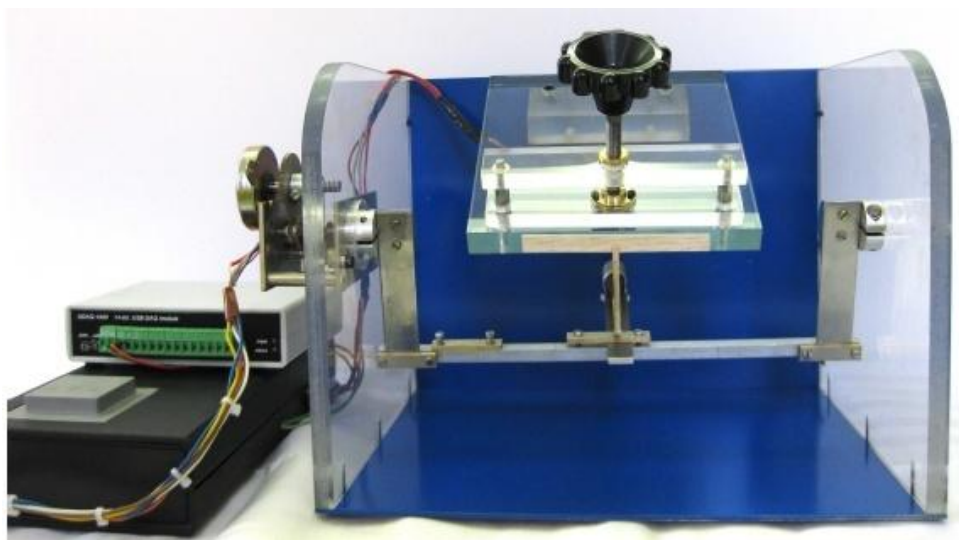
3.2. Normy upravující měření tuhosti v ohybu

- Česká norma ČSN 80 0858 se zabývá zkoušením tuhosti a pružnosti textilií, proužek je upnutý v čelisti, která se otáčí a tím ho na sebe přitlačuje.
- Britská norma BS 3356 (Stiffness of cloth) popisuje ohybovou tuhost a ohybovou délku.
- Americká norma D 1388 – 64, která popisuje měření přehybu a srdcovou smyčku pro kadeřavé tkaniny
- Americká norma D 403282, jejímž principem je měření maximální síly potřebné k protlačení vzorku skrz kruhový otvor [15].

4. MĚŘENÍ KOMPLEXNÍ TUHOSTI NOVOU METODOU

Jedná se o nově sestrojený přístroj Ing. Jakubem Hlavatým, který měří komplexní tuhost textilií s odchylkou $\pm 30^\circ$ a pevnost v ohybu.

Hlavní část přístroje tvoří 10 mm silný polykarbonát a 3 mm silný ocelový plech. Dále je tvořen čelistmi, kterými je uchycována tkanina. Tyto čelisti jsou nakloněny -30° od horizontální polohy. Tkanina je upevněna pomocí přitlačné čelisti se šroubem. Součástí je elektromotor a rotující přenosový mechanismus, který má v sobě podporu se senzorem pro měření síly, která je nutná vynaložit při ohnutí tkaniny. Obrázek č. 10 představuje pohled na přístroj RIGFAB.



Obrázek č. 10 Přístroj RIGFAB [16]

5. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Cílem bakalářské práce bylo ověřit vztah mezi parametry ohybu měřených na novém přístroji RIGFAB a KES.

Pro měření bylo vybráno 20 různých tkanin používaných na pánské obleky. Tyto tkaniny mají různou vazbu, dostavu a plošnou hmotnost. Základní parametry tkanin jsou uvedeny v tabulce č. 1. Z každé tkaniny byl nastříhán vzorek po osnově a po útku. Na těchto vzorcích byla provedena dvě měření. Z výsledných 4 hodnot byl vypočten celkový průměr, jak je uvedeno v příloze 1 a 2.

Tabulka č. 1 Rozsah základních parametrů hodnocených tkanin

Hmotnost	g/m^2	150 - 360
Dostava - osnovy	nití/10 cm	210 - 556
- útku	nití/10 cm	207 - 367
Základní typy složení	100% vlna, 45/55 vlna/PL, vlna/PL/PA	
Základní typy vazeb	převážně různé typy keprů, plátno, atlas, cirkas, rips	

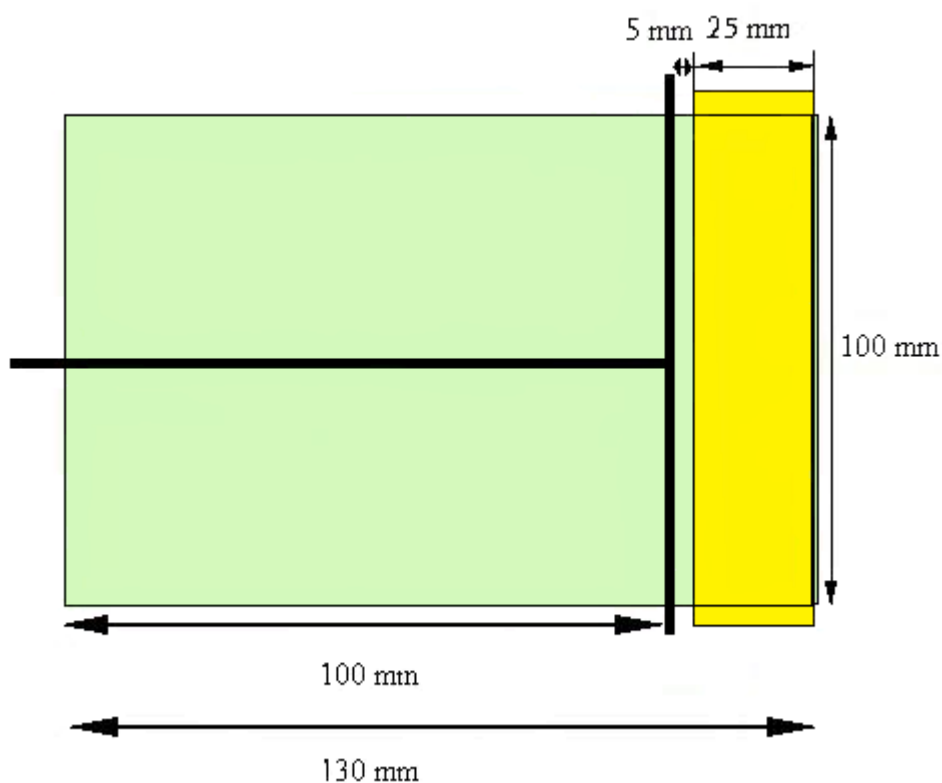
5.1. Princip měření na novém přístroji RIGFAB

Textilní vzorek o šířce 100 mm a délce 130 mm je upevněn mezi dvě čelisti. 25 mm z celkové délky je sevřeno v čelistích, 5 mm proužku textilie je mezi čelisti a podpěrou, takže zbylých 100 mm je volná část textilního vzorku, která je ohýbána.

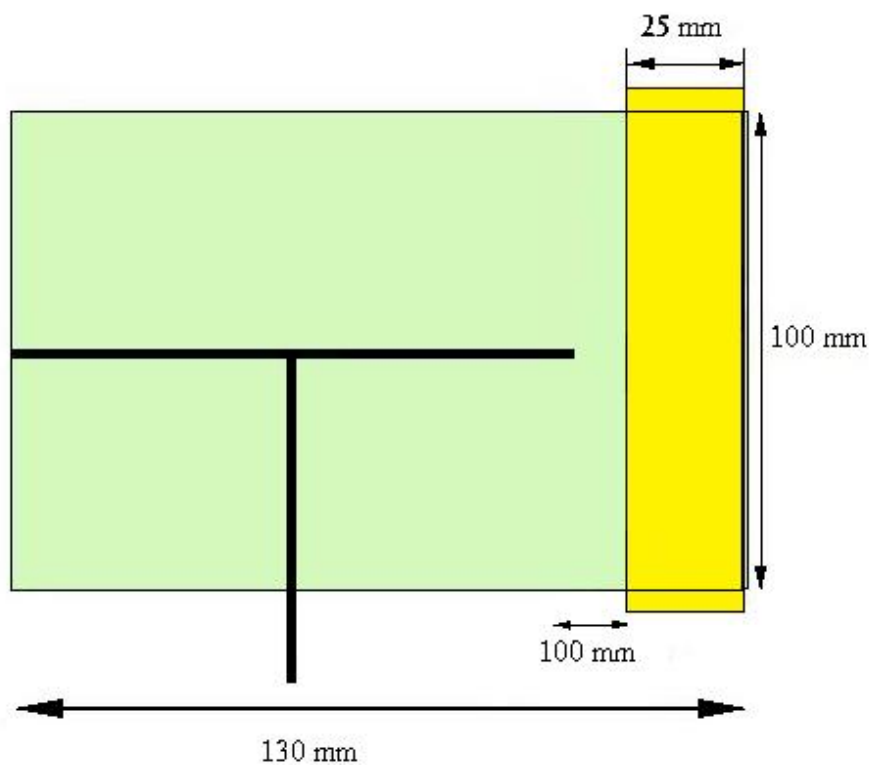
Měření je prováděno po osnově a po útku. Následně se sleduje síla vynaložená na ohnutí textilního vzorku podpěrou, na které jsou umístěné senzory, které zaznamenávají změny napětí ve vzorku. Výsledné informace jsou dostupné z přístroje TEDIA 1408, zodpovědného za velikost vyvíjených sil. Počáteční pozice měření je v -30° a měří se až do $+30^\circ$, takže celkový úhel, pod kterým se měří je 60° .

Přístroj má polohy pro měření ohybu (B_R) a pro měření komplexní tuhosti (R_R). Na obrázku č. 11 lze vidět polohu podpěry se snímacím senzorem v rovnoběžné pozici

s upínací čelistí. V této poloze se měří ohybová tuhost. Pro měření komplexní tuhosti je tato podpěra se senzorem umístěna kolmo k čelisti, jak ukazuje obrázek č. 12 [16].



Obrázek č. 11 Poloha podpěry pro měření ohybu



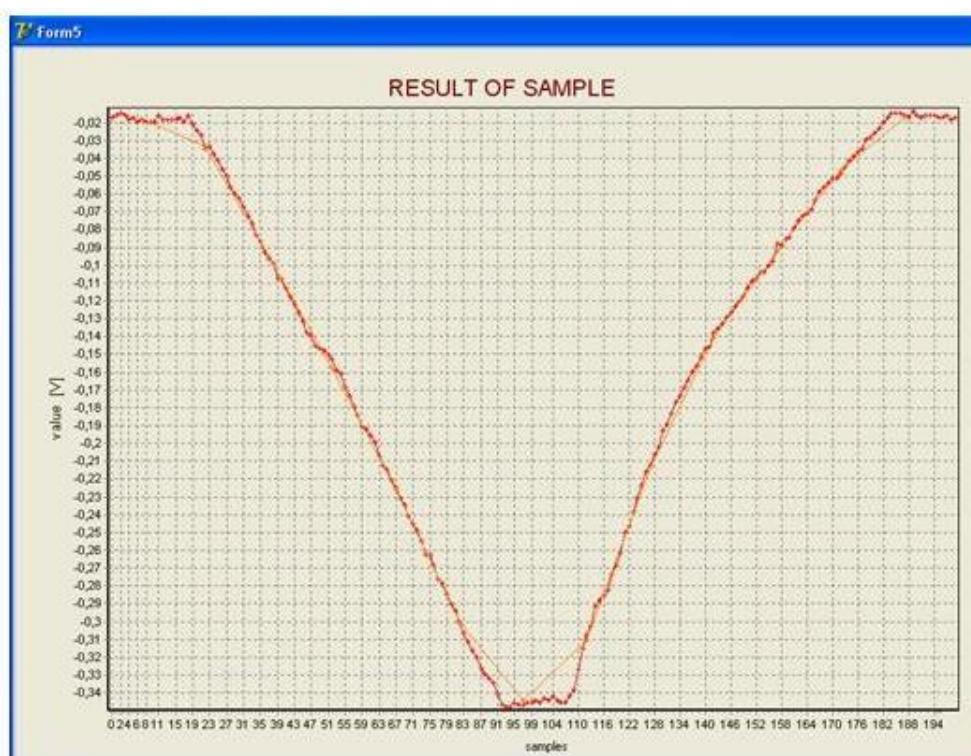
Obrázek č. 12 Poloha podpěry pro měření komplexní tuhosti

Na obrázku č. 13 lze vidět skutečný pohled na čelisti a polohy podpěr pro měření ohybu a pro měření komplexní tuhosti.

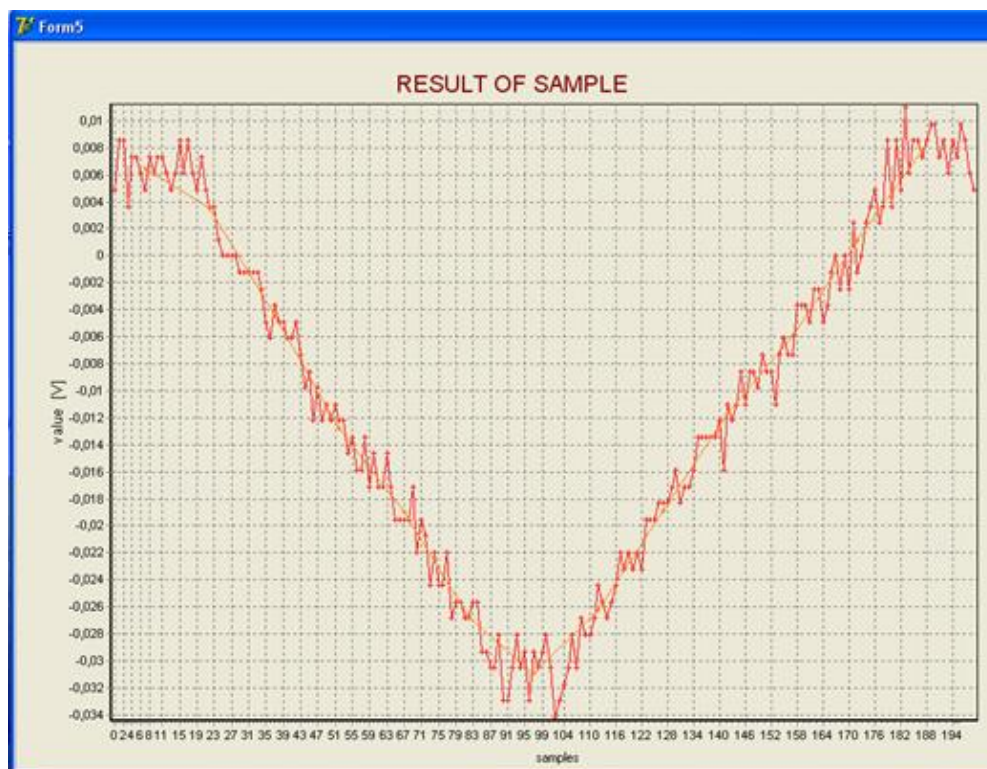


Obrázek č. 13 Poloha podpěry pro měření ohybu a pro komplexní tuhost [16]

Obrázek č. 14 znázorňuje nepřetržitý signál při měření ohybu, obrázek č. 15 je signálem měření pro komplexní tuhost.



Obrázek č. 14 Signál při měření ohybu



Obrázek č. 15 Signál při měření komplexní tuhosti

5.2. Měření na systému KES

Na KES přístrojích bylo proměřeno 20 vybraných vzorků tkanin na pánské oblekovky o rozměru 20 x 20 cm. Tkaniny byly vybírány tak, aby pokryly co největší rozsahy příslušných vlastností použitých u systému KES [7].

Podstatné pro bakalářskou práci je 5 vlastností, a to tuhost v ohybu B, moment hystereze 2HB, tuhost ve smyku G, hystereze při úhlu smyku $\phi = 0,5^\circ$ 2HG a hystereze při úhlu smyku $\phi = 5^\circ$ 2HG5. Každý vzorek byl na systému KES proměřen 3x. Tyto vlastnosti byly následně porovnány s ohybovými vlastnostmi a komplexní tuhostí naměřenými na novém přístroji RIGFAB. Komplexní tuhost lze vyjádřit jako kombinaci smykových a ohybových vlastností. Naměřené hodnoty ze systému KES jsou uvedeny v příloze č. 1.

U systému KES je při měření ohybu sledována reakce na působení ohybové síly. Vzorek byl upevněn mezi dvě čelisti od sebe vzdálené 1 cm. Jedna z čelistí je

pohyblivá. Tato čelist ohýbá textilií do křivosti $\pm 2,5 \text{ cm}^{-1}$. Měřilo se po osnově i po útku.

Při zjišťování smykových vlastností se sledují třecí síly působící v rovině plochy textilie, které vyvolávají deformaci. Měřený vzorek byl uchycen do čelistí, z nichž jedna je pohyblivá. Tato čelist se pohybuje pod úhlem smyku ± 8 stupňů. Opět se měřilo po osnově i po útku.

V tabulce č. 2 jsou uvedeny minimální a maximální hodnoty naměřených vlastností na systému KES. Dále jsou zde uvedeny hodnoty spočtené z rovnice KN-101-men's winter suit pro porovnání rozsahů. Hodnoty z rovnice byly vypočteny podle vztahu:

$$rozsah_{charakteristiky} = \bar{x}_{charakteristiky} \pm 2 \cdot s_{charakteristiky} \quad (15)$$

Vzhledem k naměřeným hodnotám použitých pro konstrukci rovnice pro objektivní hodnocení omaku, lze vlastnosti naměřené na systému KES rozdělit do dvou skupin. První skupinu tvoří vlastnosti, které pokrývají nebo překrývají uvedený rozsah: *B*, *HB*. Druhou skupinu tvoří vlastnosti, jejichž celkový rozsah je nižší než u porovnávaných rozpětí: *G*, *2HG*, *2HG5*, *W*.

Tabulka č. 2 Porovnání rozsahů vlastností použitých tkanin s rozsahy vlastností KES použitých pro konstrukci rovnice KN-101-men's winter suit.

	Rovnice KN-101-men's winter suit		Měřené tkaniny		Relativní pokrytí vzhledem k mezím rovnice KES	Upřesnění	Poměr rozsahů měřených charakteristik a rovnice KES
	$\bar{x}_{ch.} - 2s_{ch}$	$\bar{x}_{ch.} + 2s_{ch}$	$X_{ch, min}$	$X_{ch, max}$			
B*	0,0547	0,1758	0,053	0,451	100	obě meze přes	328,7
HB*	0,0196	0,1029	0,022	0,263	97,1	vyšší hodnota přes	289,3
G*	0,535	1,750	0,422	1,162	51,6	nižší hodnota přes	60,9
2HG*	0,565	2,565	0,430	1,795	61,5	nižší hodnota přes	68,2
2HG5*	1,322	4,984	1,040	3,375	55	nižší hodnota přes	63,8
W*	20,07	34,59	15,015	33,605	93,2	nižší hodnota přes	128

Pozn:

-obě hodnoty přes = hodnota nejmenší resp. největší naměřené hodnoty je nižší resp. vyšší než spočtené meze z rovnice KES

- vyšší hodnota přes = hodnota největší naměřené hodnoty je vyšší než spočtená horní mez z rovnice KES

- nižší hodnota přes = hodnota nejmenší naměřené hodnoty je nižší než spočtená dolní mez z rovnice KES

*-parametry v původní rovnici KN-101- men's winter suit jsou v logaritmech

5.3. Postup měření

1. Kalibrační křivky mezi napětí a silou.

Na přístroj se postupně zavěšovalo závaží o hmotnosti 5, 10, 15 a 30 gramů a při každém zatížení bylo odečteno napětí. Následně se stanovila křivka lineární regrese.

Pomocí metody lineární regrese byl spočítán převod mezi napětím U a silou F :

$$U = 0,0827m - 0,1304, \text{ ze které byla vyjádřena hmotnost } m: \quad (16)$$

$$m = \frac{U + 0,1304}{0,0827} \quad (17)$$

Za napětí U byly dosazeny průměrné hodnoty z měření a z vypočtené hmotnosti se spočítala síla, která se následně dosadila do vzorce č. 19.

$$F = m * g \quad (18)$$

kde

m ... hmotnost

g ... tíhové zrychlení [m/s^2]

2. Výpočet ohybu a komplexní tuhosti

Pro výpočet ohybové tuhosti byl použit následující vztah:

$$B = \frac{M}{K \cdot b} = \frac{F \cdot l}{K \cdot b} [N \cdot m] \quad (19)$$

kde:

B ... ohybová tuhost na jednotku délky

M ... ohybový moment [Nm]

K ... zakřivení ($1/r$) [-]

b ... šířka vzorku [m]

F ... ohybová síla [N]

l ... délka vzorku od čelisti k podpoře [m]

3. Vztah mezi charakteristikami KES a RIGFAB

Pro zjištění vztahu mezi charakteristikami KES a RIGFAB byla spočítána korelace pomocí párového korelačního koeficientu r [16]:

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}} \quad (20)$$

Tabulka č. 3 Korelace mezi vlastnostmi KES a RIGFAB

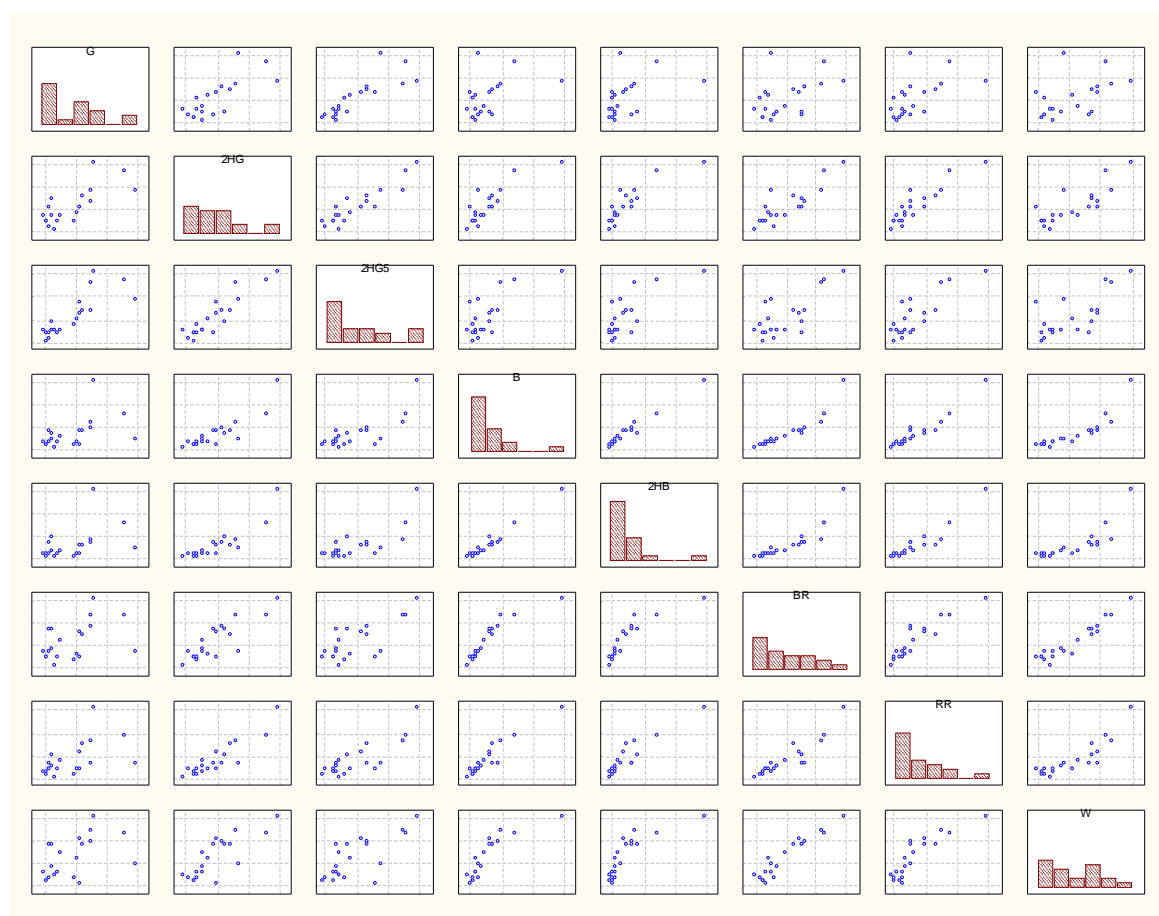
	G	2HG	2HG5	B	2HB	B _R	R _R	W
G	1,00	0,76	0,83	0,44	0,44	0,45	0,54	0,48
2HG	0,76	1,00	0,92	0,86	0,87	0,85	0,91	0,80
2HG5	0,83	0,92	1,00	0,75	0,75	0,75	0,83	0,71
B	0,44	0,86	0,75	1,00	0,99	0,91	0,95	0,85
2HB	0,44	0,87	0,75	0,99	1,00	0,88	0,94	0,81
B _R	0,45	0,85	0,75	0,91	0,88	1,00	0,92	0,95
R _R	0,54	0,91	0,83	0,95	0,94	0,92	1,00	0,88
W	0,48	0,80	0,71	0,85	0,81	0,95	0,88	1,00

Pozn.:

- červeně: vysoká korelace > 0,7
- tučně: velmi vysoká korelace > 0,9 (označeno pouze u vztahů mezi KES a RIGFAB vlastnostmi)

Porovnání výsledků měřených vlastností na systému KES a RIGFAB (Tabulka č. 3) ukazují vysokou korelaci (přes 0,75) mezi smykovými charakteristikami ze systému KES spojených s hysterezí (2HG a 2HG5) a vlastnostmi (B_R, R_R) měřenými na přístroji RIGFAB. Zbývající smyková vlastnost G má relativně malý korelační koeficient. Ohybové charakteristiky (B, 2HB) mají vysokou korelaci s vlastnostmi měřenými na přístroji RIGFAB (přes 0,88).

Grafické vyjádření závislosti mezi vlastnostmi KES a RIGFAB je znázorněné na obrázku č. 16.



Obrázek č. 16 Maticový graf korelací

5.4. Výsledky měření ze systému KES

Nejvíce minimálních hodnot bylo zaznamenáno u vzorku č. 4, který je v plátňové vazbě. Hustota dostavy osnovy je 263 nití/10 cm a hustota dostavy útku je 233 nití/10 cm. Plošná hmotnost činí 178,35 g/m², což řadí tkaninu spíše mezi lehčí. Minimální hodnoty byly zaznamenány u obou ohybových vlastností – u tuhosti v ohybu B (0,053 Ncm/cm²), dále u momentu hystereze na jednotku délky $2HB$ (0,022 Ncm/cm²). Další minimální hodnota byla u hystereze při úhlu smyku $\phi = 0,5^\circ$ $2HG$ (0,430 Ncm). Hodnota tuhosti ve smyku G (0,530 N/cm.stupeň) je až 8. nejnížší.

Nejvíce maximálních hodnot bylo naměřeno na vzorku č. 10. Jde o kepr s dostavou osnovy 407 nití/10 cm a dostavou útku 327 nití/10 cm, což jsou jedny

z nevyšších hodnot. Plošná hmotnost tohoto vzorku činí 336,05 g/m². Jedná se o nejtěžší vzorek ze všech. Maximální hodnoty byly zaznamenány u obou z ohybových vlastností. Tuhost v ohybu B (0,451 Ncm/cm²) a zároveň u momentu hystereze na jednotku délky $2HB$ (0,263 Ncm/cm²). Dále byly maximální hodnoty naměřeny u smykových vlastností. Konkrétně u hystereze při úhlu smyku $\phi = 0,5^\circ$ $2HG$ (1,795 Ncm) a u hystereze při úhlu smyku $\phi = 5^\circ$ $2HG5$ (3,375 Ncm).

Vzorek č. 20, který je v ripsové vazbě s dostavou osnovy 327 nití/10 cm a dostavou útku 367 nití/10 cm, vykazoval nejnížší tuhost ve smyku G (0,422 N/cm.stupeň), ale až 8 nejnížší hodnotu u tuhosti v ohybu B (0,082 Ncm/cm²). Plošná hmotnost tohoto vzorku je 184 g/m². Jedná se tedy o jednu z lehčích tkanin.

Nejvyšší hodnota tuhosti ve smyku G (1,162 N/cm.stupeň) byla naměřena u vzorku č. 7, což je kepr s dostavou osnovy 433 nití/10 cm a dostavou útku 300 nití/10 cm. Plošná hmotnost vzorku je 206 g/m². Tuhost v ohybu B (0,093 Ncm/cm²) u tohoto vzorku je až 9. nejnížší hodnota.

5.5. Výsledky měření z RIGFAB

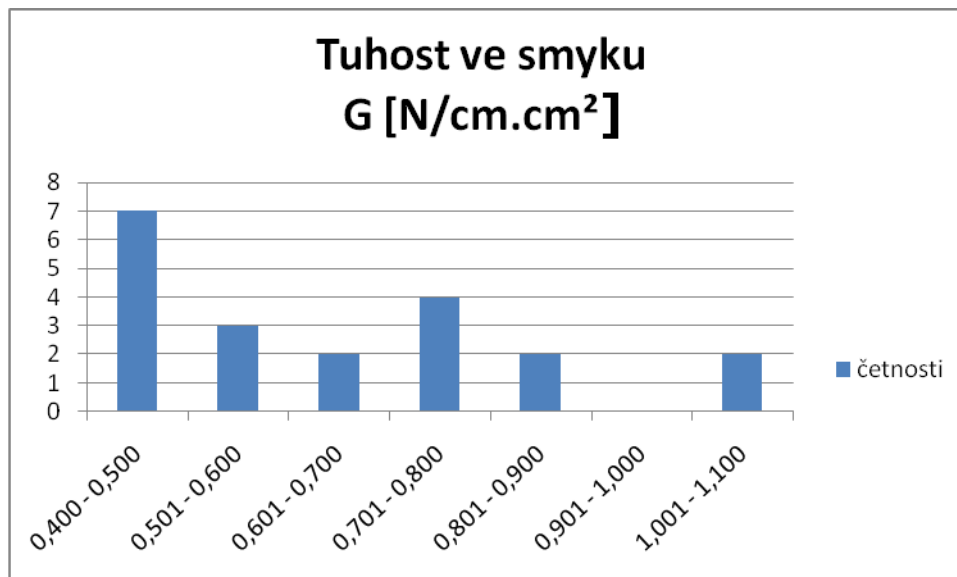
Každá tkanina na pánské oblekovky byla na přístroji RIGFAB proměřena celkem 4x. Dvě měření byly provedeny na vzorcích nastříhaných po osnově a dvě po útku. Při měření ohybu B_R i komplexní tuhosti R_R na přístroji RIGFAB byly minimální a maximální hodnoty zaznamenány na stejných vzorcích tkanin.

Při měření ohybu B_R byly minimální hodnoty naměřeny u vzorku č. 2, který byl střížen po útku (0,201 N.m, 0,208 N.m). U vzorku č. 4 byly minimální hodnoty zaznamenány u vzorku stříženém po osnově (0,293 N.m, 0,282 N.m). Maximální hodnoty byly naměřeny u vzorku č. 10, a to jak po osnově, tak i po útku (0,803 N.m, 0,871 N.m, 0,836 N.m, 0,840 N.m).

U měření komplexní tuhosti R_R byly minimální hodnoty opět naměřeny u vzorku č. 2, který byl střížen po útku (0,013 N.m, 0,011 N.m). U vzorku č. 4 byly minimální hodnoty zaznamenány u vzorku stříženém po osnově (0,007 N.m, 0,011 N.m).

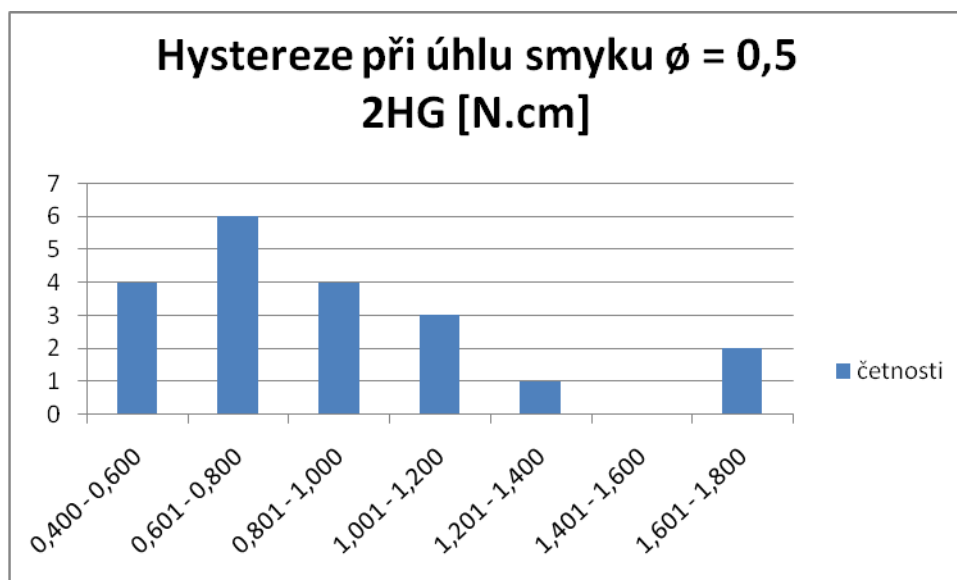
Maximální hodnoty byly naměřeny u vzorku č. 10, a to jak po osnově, tak i po útku (0,153 N.m, 0,095 N.m, 0,076 N.m, 0,077 N.m).

Z grafu č. 1 je patrné, že nejvíce hodnot u smykové vlastnosti G (tuhost ve smyku) bylo naměřeno v rozmezí od 0,400 – 0,500 N/cm.cm². Naopak žádná z hodnot nebyla naměřena v intervalu od 0,901 – 1,000 N/cm.cm².



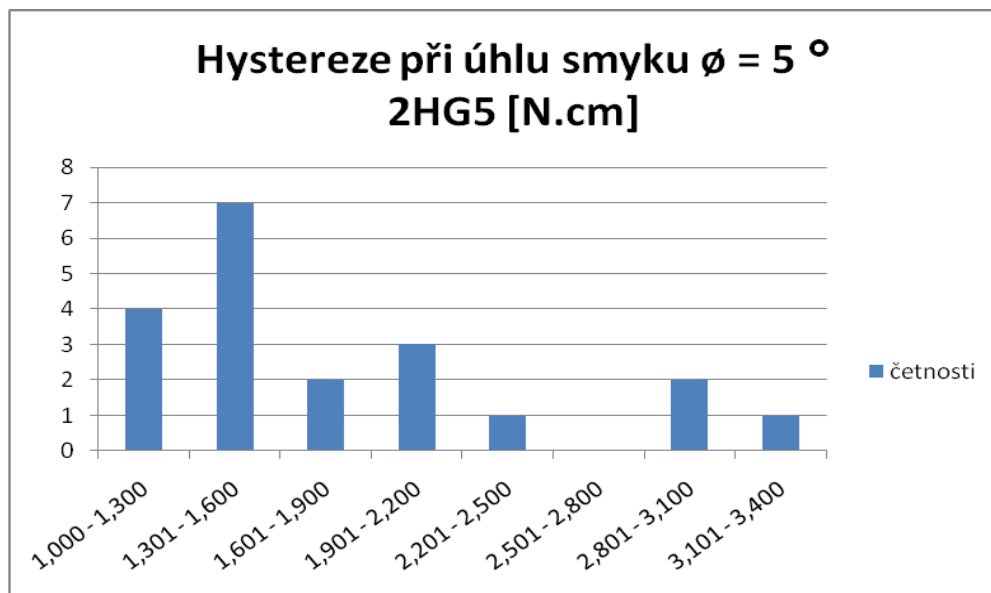
Graf č. 1 Histogram četností hodnot G

Při měření smykové vlastnosti 2HG (hystereze při úhlu smyku $\phi = 0,5^\circ$) bylo nejvíce hodnot naměřeno v rozmezí od 0,601 – 0,800 N.cm, jak ukazuje graf č. 2. Naopak žádná z hodnot se nepohybovala v rozmezí od 1,401 – 1,600 N.cm.



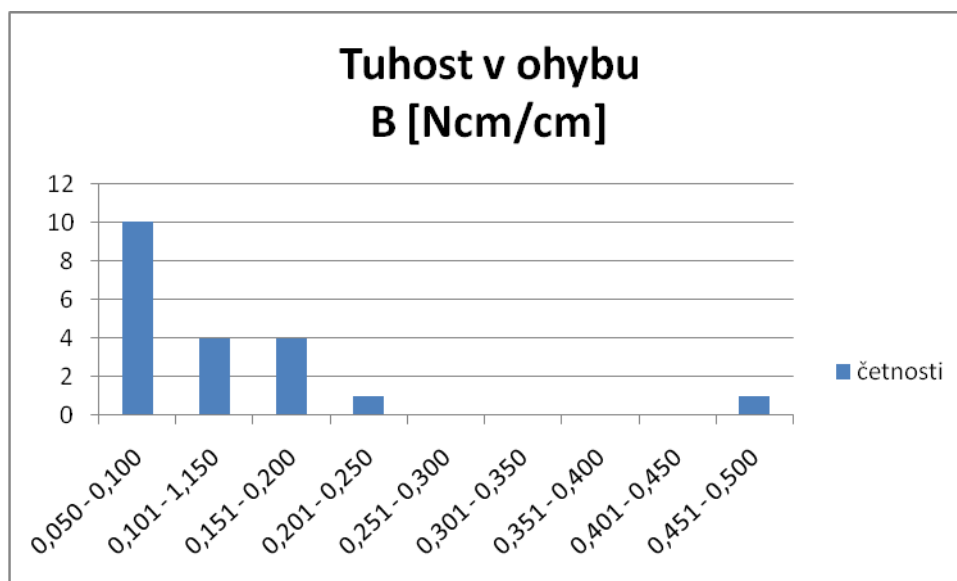
Graf č. 2 Histogram četností hodnot 2HG

Jak je patrné z grafu č. 3, bylo v rozmezí od 1,301 – 1,600 N.cm naměřeno nejvíce hodnot u vlastnosti 2HG5 (hystereze při úhlu smyku $\phi = 5^\circ$). Žádná z hodnot se nepohybovala od 2,501 – 2,800 N.cm.



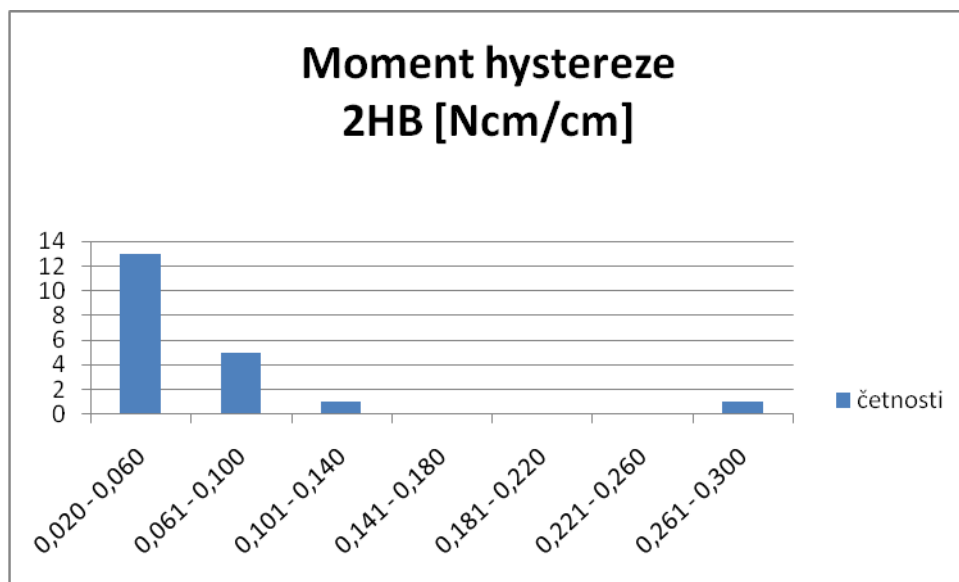
Graf č. 3 Histogram četností hodnot 2HG5

Nejvíce hodnot při měření ohybové vlastnosti B (tuhost v ohybu) na systému KES bylo v rozmezí od 0,050 – 0,100 Ncm/cm. Dále z grafu č. 4 lze vyčíst, že v intervalu od 0,251 – 0,450 Ncm/cm nebyla naměřena žádná hodnota.



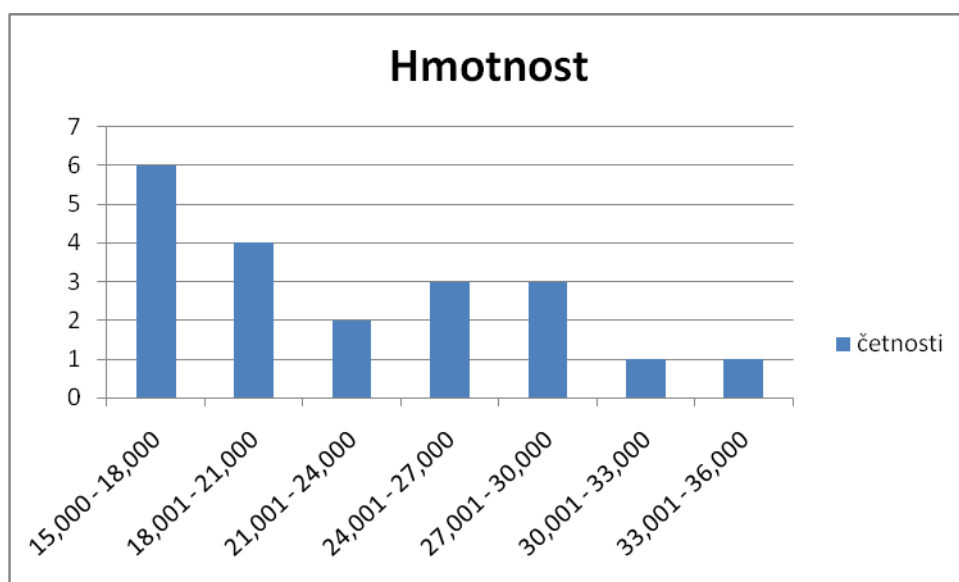
Graf č. 4 Histogram četností hodnot B

Při měření ohybové vlastnosti 2HB (moment hysterese) bylo z 20 hodnot celkem 13 hodnot naměřených v intervalu od 0,020 – 0,060 Ncm/cm. V rozmezí od 0,141 – 0,260 Ncm/cm nebyla naměřená žádná hodnota. V intervalu od 0,261 – 0,300 Ncm/cm byla naměřena jedna tkanina.



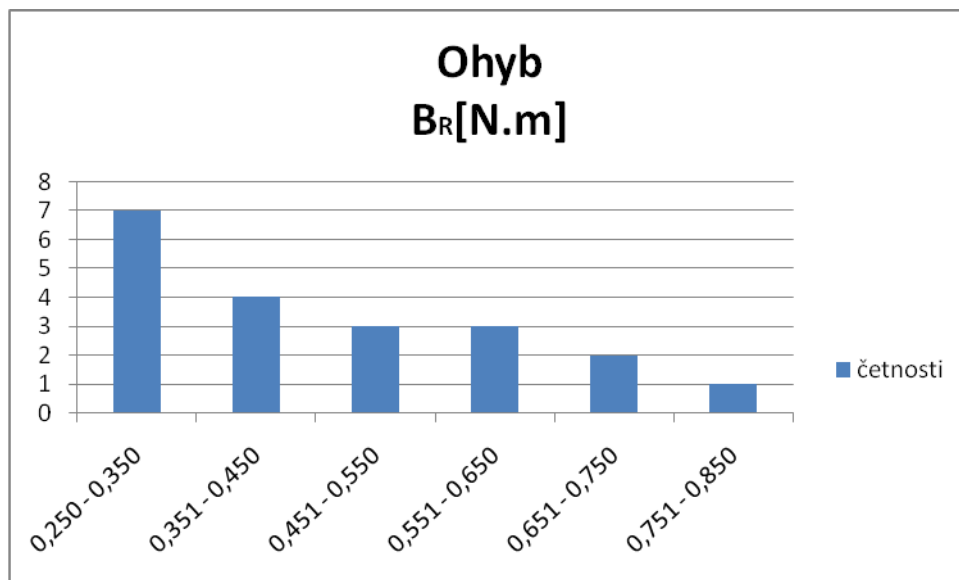
Graf č. 5 Histogram četností hodnot 2HB

Graf č. 6 ukazuje, že nejvíce tkanin váží od 150 g/m² do 180 g/m². Po jedné tkanině bylo vzorků, které vážily od 300,01 g/m² do 360,00 g/m².



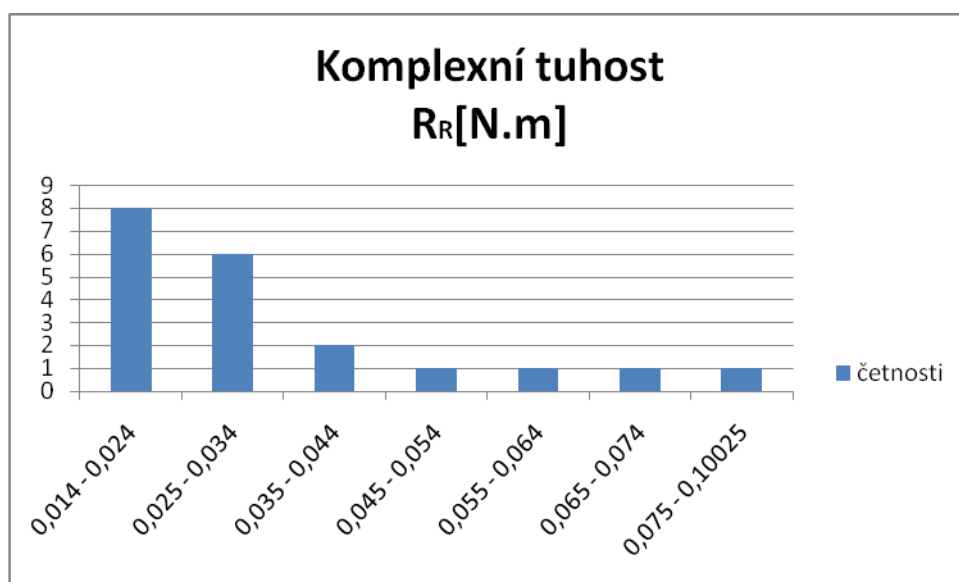
Graf č. 6 Histogram četností hodnot W

Na přístroji RIGFAB byly naměřeny ohybové vlastnosti a komplexní tuhost. Z grafu č. 7 je patrné, že nejvíce hodnot při měření ohybu bylo naměřených v rozmezí od 0,250 – 0,350. V rozmezí od 0,751 – 0,850 N.m byla naměřena jen jedna tkanina.



Graf č. 7 Histogram četností hodnot B_R

Graf č. 8 ukazuje, že z osmi vzorků z 20 byla naměřená hodnota komplexní tuhosti v rozmezí od 0,014 N.m – 0,024 N.m. Vyšších hodnot od 0,045 N.m dosáhly 4 vzorky tkanin.



Graf č. 8 Histogram četností hodnot R_R

6. ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo porovnat smykové vlastnosti (G , 2HG, 2HG5) a ohybové vlastnosti (B , 2HB) ze systému KES s komplexní tuhostí R_R a ohybem B_R naměřeným na nově sestrojeném přístroji RIGFAB. Celkový úhel, pod kterým se měří na tomto přístroji je 60° a sleduje se síla, která je třeba na ohnutí vzorku podpěrrou, na níž je umístěn senzor, který zaznamenává změny v napětí vzorku. Na KES přístrojích byl každý ze vzorků proměřen celkem 3x. Bylo proměřeno celkem 20 tkanin na pánské oblekovky. Tyto vzorky tkanin byly nastříhány po osnově a po útku a jsou různých vazeb (převážně druhy keprů, plátno, atlas, cirkas), hmotností a složením (100% vlna, 45/55 vlna/PL, vlna/PL/PA).

Přístroj RIGFAB byl nejdříve kalibrován a následně byl vypočítán ohyb B_R a komplexní tuhost R_R . Dále byl vypočítán koeficient lineární korelace. Vysokou korelaci (přes 0,75) ukazují výsledky měřených vlastností na systému KES (2HG a 2HG5) a RIGFAB (B_R , R_R). U smykové vlastnosti G je tento koeficient relativně malý. Ohybové vlastnosti (B , 2HB) mají vysokou korelaci s vlastnostmi měřenými na přístroji RIGFAB, a to přes 0,88.

Výsledky z přístroje RIGFAB a KES vykazují vysokou korelaci.

7. LITERATURA

- [1] RŮŽIČKOVÁ, D.: *Oděvní materiály*, 1. vydání, Liberec, Technická univerzita v Liberci, 2003, ISBN 80-7083-682-2
- [2] HES, L., *Úvod do komfortu textilií*, 1. vydání, Liberec, Technická univerzita v Liberci, 2005, ISBN 80-7083-926-0
- [3] NOVÁČKOVÁ, J.: *Vliv povrchové úpravy na omak manšestrů*, 1. vydání. In: *Textilie v novém tisíciletí IV*, str. 141 – 148, Liberec, Technická univerzita v Liberci 2006, ISBN 80-7372-058-2
- [4] DEMBICKÝ a spol., *Zušlechťování textilií*, 1. vydání, Liberec, Katedra textilní chemie, Technická univerzita v Liberci, 2008, ISBN 978-80-7372-321-7
- [5] Interní norma TUL č. 23 – 301 – 01/01
- [6] BAJŽÍK V.: *Využití logistické regrese pro hodnocení omaku*. In: Request 06, str. 5-11, leden 2007, Praha, ISBN 978-80-01-03709-7
- [7] KAWABATA, S.: *The Standardisation and Analysis of Hand Evaluation*, The Textile Machinery Society of Japan, Osaka, 1980
- [8] Lai S.S., Shyr, T.W., Lin, J.Y. Comparison between KES-FB and FAST in Discrimination of Fabric Characteristics. *Journal of Textile Eng.* 2002, roč. 48, č. 2, s. 43-49
- [9] MILITKÝ, J.: *Technické textilie*, vybrané kapitoly, 2. vydání, Liberec, Technická univerzita v Liberci, 2007, ISBN 978-80-7372-170-1
- [10] NOVÁČKOVÁ, J.: *Hodnocení omaku textilií*, Závěrečná zpráva, Výzkumné centrum Textil, Textilní materiály a konstrukce textilních výrobků, Technická univerzita v Liberci 2004, ISBN 80-7083-899-x
- [11] KOVAČIČ, V.: *Textilní zkušebnictví 2*, 1. vydání, Liberec, Katedra textilních materiálů, Technická univerzita v Liberci 2004, ISBN 80-7083-825-6
- [12] Strutex, *Struktura a strukturální mechanika textilií*, 1. vydání, Fakulta textilní Technické univerzity v Liberci a česká sekce Textile institute Manchester, 8. národní konference 2001; Splývavost textilií, Liberec, ISBN 80-7083-549-4
- [13] SODOMKA, L., Kůs Z.: *Poznámky k některým charakteristikám textilií*, Strutex, Liberec 2000, ISBN 80-7083-371-8

- [14] Interní norma č. 23-202-01/01, Výzkumné centrum Textil, Splývavost tkanin, Ohyb přes ostrý roh, 2003
- [15] FRIDRICHOVÁ, L., *K problematice stanovení ohybové tuhosti plošných textilií*, Disertační práce, Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní, 1999
- [16] HLAVATÝ, J., *Testing of complex rigidity of fabrics*, Diplomová práce, Technická univerzita v Liberci, Fakulta textilní 2010

Seznam obrázků

Obrázek č. 1 Projekce stínu splývající plošné textilie	15
Obrázek č. 2 Splývající plošná textilie	15
Obrázek č. 3 Metoda skládaného pásku textilie	16
Obrázek č. 4 Splývavý úhel – ohyb přes ostrý roh	17
Obrázek č. 5 Metoda dle Sommera.....	19
Obrázek č. 6 Cantilever test.....	20
Obrázek č. 7 Přístroj TH5	22
Obrázek č. 8 Metoda dle Pierce	22
Obrázek č. 9 Metoda dle Schieffera.....	23
Obrázek č. 10 Přístroj RIGFAB.....	25
Obrázek č. 11 Poloha podpěry pro měření ohybu	27
Obrázek č. 12 Poloha podpěry pro měření komplexní tuhosti	27
Obrázek č. 13 Poloha podpěry pro měření ohybu a komplexní tuhosti.....	28
Obrázek č. 14 Signál při měření ohybu	28
Obrázek č. 15 Signál při měření komplexní tuhosti	29
Obrázek č. 16 Maticový graf korelací	33

Seznam grafů

Graf č. 1 Histogram četností hodnot G	35
Graf č. 2 Histogram četností hodnot $2HG$	35
Graf č. 3 Histogram četností hodnot $2HG5$	36
Graf č. 4 Histogram četností hodnot B	36
Graf č. 5 Histogram četností hodnot $2HB$	37
Graf č. 6 Histogram četností hodnot W	37
Graf č. 7 Histogram četností hodnot B_R	38
Graf č. 8 Histogram četností hodnot R_R	38

Seznam příloh

Příloha 1 Naměřené hodnoty z KES

Příloha 2 Naměřené hodnoty ohybu z RIGFAB

Příloha 3. Naměřené hodnoty komplexní tuhosti z RIGFAB

Příloha č. 1 Naměřené hodnoty z KES

Vzorek	Vazba	G N/cm.stupeň	2HG Ncm	2HG5 Ncm	B Ncm/Cm ²	2HB Ncm/cm ²	W g/m ²	Dostava osnovy	Dostava útku
T1	plátno	0,718	0,900	2,328	0,063	0,026	150,15		
T2	plátno	0,675	0,608	1,538	0,066	0,024	170,98	280	260
T3	plátno	0,475	0,502	1,060	0,092	0,030	165,75	210	217
T4	plátno	0,530	0,430	1,410	0,053	0,022	178,35	263	233
T5	kepr	0,715	0,895	1,980	0,143	0,056	272,58	410	313
T6	kepr	0,492	1,028	1,648	0,142	0,089	262,60	556	287
T7	kepr	1,162	1,222	2,428	0,093	0,048	206,00	433	300
T8	kepr	0,465	0,852	1,325	0,158	0,075	258,45	323	293
T9	kepr	0,507	0,698	1,365	0,104	0,036	202,30	233	207
T10	kepr	0,840	1,795	3,375	0,451	0,263	336,05	407	327
T11	kepr	0,575	0,690	1,422	0,116	0,043	235,08	423	260
T12	kepr	0,798	0,980	2,098	0,173	0,074	271,03	337	327
T13	kepr	0,745	1,098	2,100	0,155	0,064	260,63	300	250
T14	kepr	0,450	0,570	1,298	0,069	0,022	164,93	260	283
T15	kepr	0,688	0,758	1,732	0,081	0,035	221,05	427	253
T16	kepr	0,452	0,568	1,040	0,075	0,027	164,08	290	280
T17	kepr	0,535	0,618	1,298	0,079	0,029	183,55	307	293
T18	atlas	0,818	1,198	3,012	0,195	0,085	301,35	360	320
T19	cirkas	1,068	1,635	3,092	0,250	0,139	289,65	230	207
T20	rips	0,422	0,692	1,380	0,082	0,035	184,00	327	367
min		0,422	0,430	1,040	0,053	0,022	150,15	210	207
max		1,162	1,795	3,375	0,451	0,263	336,05	556	367
průměr		0,657	0,887	1,846	0,132	0,061	223,93		

Příloha č. 2 Naměřené hodnoty ohybu z RIGFAB

Vzorek	Vazba	Osnova		Útek		Celkový průměr	m	F	Br
T1	plátno	0,295	0,308	0,371	0,348	0,3305	1,907	18,710	0,0187
T2	plátno	0,391	0,378	0,201	0,208	0,2945	1,871	18,357	0,0184
T3	plátno	0,372	0,384	0,387	0,382	0,3813	1,958	19,208	0,0192
T4	plátno	0,293	0,283	0,236	0,238	0,2625	1,839	18,043	0,0180
T5	kepr	0,611	0,654	0,438	0,474	0,5443	2,121	20,807	0,0208
T6	kepr	0,708	0,725	0,438	0,405	0,5690	2,146	21,050	0,0211
T7	kepr	0,495	0,471	0,282	0,275	0,3808	1,958	19,203	0,0192
T8	kepr	0,599	0,611	0,531	0,544	0,5713	2,148	21,072	0,0211
T9	kepr	0,468	0,473	0,354	0,344	0,4098	1,987	19,488	0,0195
T10	kepr	0,803	0,871	0,836	0,840	0,8375	2,414	23,684	0,0237
T11	kepr	0,535	0,545	0,395	0,398	0,4683	2,045	20,062	0,0201
T12	kepr	0,625	0,615	0,556	0,562	0,5895	2,166	21,251	0,0213
T13	kepr	0,543	0,557	0,483	0,481	0,5160	2,093	20,530	0,0205
T14	kepr	0,332	0,333	0,333	0,296	0,3235	1,900	18,642	0,0186
T15	kepr	0,387	0,366	0,317	0,312	0,3455	1,922	18,858	0,0189
T16	kepr	0,313	0,333	0,296	0,315	0,3143	1,891	18,551	0,0186
T17	kepr	0,365	0,342	0,328	0,302	0,3343	1,911	18,747	0,0187
T18	atlas	0,685	0,685	0,735	0,695	0,7000	2,277	22,335	0,0223
T19	cirkas	0,690	0,724	0,706	0,714	0,7085	2,285	22,419	0,0224
T20	rips	0,313	0,292	0,433	0,452	0,3725	1,949	19,122	0,0191
min		0,293	0,283	0,201	0,208				0,0180
max		0,803	0,871	0,836	0,840				0,0237
průměr		0,49115	0,4975	0,4328	0,42925				0,0200

Příloha č. 2 Naměřené hodnoty komplexní tuhosti z RIGFAB

Vzorek	Vazba	Osnova		Útek		Celkový průměr	m	F	R _R
T1	plátno	0,023	0,021	0,025	0,025	0,0235	0,181	1,777	0,1777
T2	plátno	0,017	0,017	0,013	0,011	0,0145	0,172	1,689	0,1689
T3	plátno	0,020	0,022	0,025	0,023	0,0225	0,180	1,768	0,1768
T4	plátno	0,007	0,011	0,014	0,025	0,0143	0,172	1,687	0,1687
T5	kepr	0,054	0,057	0,030	0,034	0,0438	0,201	1,976	0,1976
T6	kepr	0,051	0,046	0,051	0,024	0,0430	0,201	1,969	0,1969
T7	kepr	0,036	0,039	0,023	0,024	0,0305	0,188	1,846	0,1846
T8	kepr	0,034	0,031	0,031	0,032	0,0320	0,190	1,861	0,1861
T9	kepr	0,026	0,034	0,023	0,021	0,0260	0,184	1,802	0,1802
T10	kepr	0,153	0,095	0,076	0,077	0,1003	0,258	2,530	0,2530
T11	kepr	0,039	0,035	0,028	0,030	0,0330	0,191	1,871	0,1871
T12	kepr	0,034	0,031	0,031	0,032	0,0320	0,190	1,861	0,1861
T13	kepr	0,065	0,067	0,041	0,043	0,0540	0,212	2,077	0,2077
T14	kepr	0,024	0,021	0,018	0,016	0,0198	0,177	1,741	0,1741
T15	kepr	0,031	0,031	0,021	0,017	0,0250	0,183	1,792	0,1792
T16	kepr	0,016	0,018	0,014	0,013	0,0153	0,173	1,696	0,1696
T17	kepr	0,029	0,025	0,018	0,022	0,0235	0,181	1,777	0,1777
T18	atlas	0,053	0,049	0,061	0,069	0,0580	0,216	2,116	0,2116
T19	cirkas	0,073	0,068	0,068	0,062	0,0678	0,225	2,211	0,2211
T20	rips	0,011	0,018	0,023	0,021	0,0183	0,176	1,726	0,1726
min		0,007	0,011	0,013	0,011				0,1687
max		0,153	0,095	0,076	0,077				0,2530
průměr		0,0398	0,0368	0,0317	0,03105				0,1889

